



光沢や透明感を再現する3Dキャプチャ技術

NTTマイクロシステムインテグレーション研究所

まつおか ひろと
松岡 裕人

光沢や透明感は物の質感を表す重要な要素の1つです。NTTマイクロシステムインテグレーション研究所で開発した高リアリティ3Dキャプチャシステムは、光沢や透明感をも再現した写真品質の3次元コンピュータグラフィックスデータを自動的に生成することができます。

高リアリティ3Dキャプチャシステム

高リアリティ3Dキャプチャシステム（図1）は、実物（商品や作品等）から3次元コンピュータグラフィックス（CG）データを自動生成するシステムです。その最大の特徴は、光沢や透明感といった物の質感を自動的に抽出し、再現できるところにあります。Webを用いたの商品紹介、美術館や博物館の所蔵品のデジタルアーカイブ、また陶芸や生け花などの個人作品の記録やネットでの紹介など、さまざまな用途に用いることができます。

ターゲット市場

ブロードバンドネットワークの普及やPCの高性能化により、ネットワークによるデジタルコンテンツの流通が盛んになってきました。大手企業に限らず、中小企業や個人でもWebを用いた情報発信が積極的に行われるようになりました。こうした中、よりインパクトの高い「リッチコンテンツ」が求められるようになり、3次元CGは、そのソリューションの1つとして注目されています。

またe-Japan構想により、美術館や博物館などの所蔵品のデジタルアーカイブは、国を挙げての事業となってきました。

り、写真などの2次元コンテンツに比べ、より直感的で表現力が高い3次元コンテンツが注目されています。高リアリティ3Dキャプチャシステムは、物体（商品や作品等）の光沢や透明感をもとらえ自動的にデジタル化を行うので、このような市場要求のソリューションとして最適です。

従来、光沢や透明感を再現する3次元CGは、そのデータ生成にはコストがかかり、またデータの再生にはハイエンドのPCやソフトウェアが必要でした。私たちは、反射や透過に対する人の視覚心理を理解し、データ生成や再生アル

ゴリズムの簡略化を行いました。すなわち、光沢や透明感を物理的に忠実に再現するのではなく、見た目に十分リアルと感じる3次元CGを目指すことで、大幅なコストダウンとシステムの自動化を実現しました。

写真ベースの3次元表現手法

高リアリティ3Dキャプチャシステムは、写真を基に3次元を表現することで、「高品質」と「低コスト」の両方を実現しました。ほとんどの3次元CGは、図2(a)のようにポリゴンと呼ばれる平面の集合でその形状を表現しています。こ



図1 高リアリティ3Dキャプチャシステムとキャプチャ例

のポリゴンの生成は、デザイナーが専用のCADソフトを用い、手作業で作成するのが主流であるため、コストと時間がかかります。特に、光沢や透明感を再現したクオリティの高いCGの作成には、デザイナーのスキルやセンスが重要となり、コストも膨大となります。またどんなに時間をかけても、草花のように細かい花びらや枝などを再現するのには限界がありました。

一方で、図2(b)のように物体（商品等）をあらゆる方向から撮影しておき、見たい方向から撮影した写真を提示することで、3次元として見せることもできます。この方法は、形状を求める必要がなく写真と同等の品質のデータを生成することができます。しかし、この手法では、物体を撮影した写真から正確に切り出す必要があり、この自動化が重要な問題となっていました。

自動背景除去技術

背景を除去する手法に、TV等で用いられているクロマキーという手法があります。これは、物体の背景をブルースクリーンで覆い、青い部分を背景として除去する手法です。しかし、この手法では、物体に青い部分があるとその部分は欠けてしまい、また物体の影が映った背景部分を物体と認識してしまうという問題があります。さらに、草花などの細かい花びらや枝などの淵に青いエッジが残り、どうしても人手による修正が必要で、かえってポリゴン生成よりコストが高くなる場合があります。

そこで、私たちは、物体の背景をブルースクリーンの代わりに、電圧を加えると発光するEL（Electro Luminescence）シートを用いて撮影する手法を考案しました。図3のようにELシートをON/OFFして背景の色を変化させて撮影し、変化した部分を背景として認識させて除去を行います。これにより、物体の色彩や形状にかかわらず、細部まで正確に背景を除去することができるようになりました。

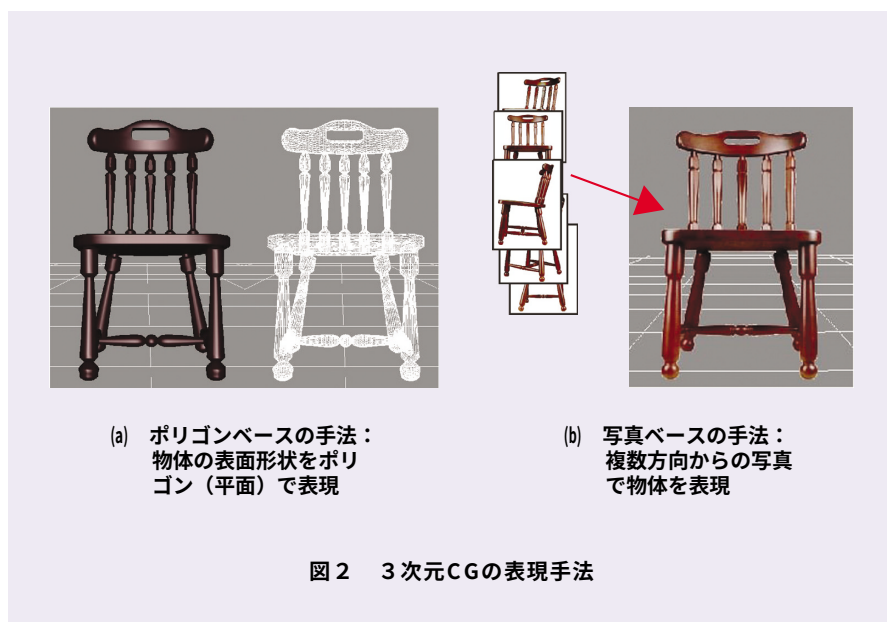


図2 3次元CGの表現手法

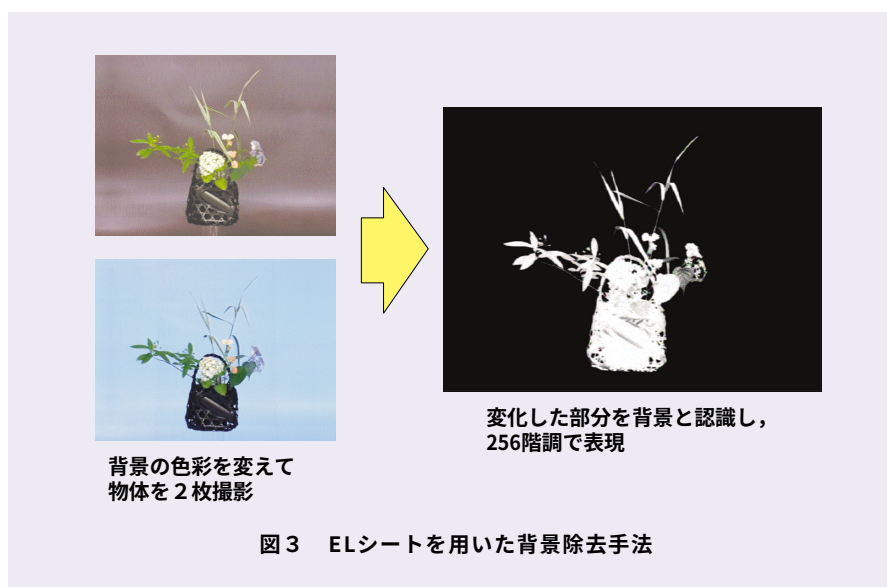


図3 ELシートを用いた背景除去手法

あいまいさの許容

ところが、背景を特定できても、それを従来のように「物体」と「背景」と2分して切り抜くだけでは不自然な映像しかできません。特に、反射や透過する物体の場合、背景の色彩が変化するとそれに応じて物体の表面の色彩も変化するので、結局、物体と背景の区別が付きません。

そこで、物体部分と背景部分を2分するのではなく、図4に示すように、256階調というあいまいな値で処理を行

いました。すなわち、値が0に近ければ背景らしく、また256に近ければ物体らしいと表します。物体の縁などはあいまいに、多少ぼけ気味に表示されることとなりますが、人間の目にはむしろ自然に滑らかな画像として見えます。

またこの256階調の値は、物体の反射や透過により物体表面に映り込む背景の量も表しますので、物体の光沢感や透明感をとらえることができるようになりました（図5）。

さらに、背景除去のために用いた256階調の値ですが、再生時に物体の後ろ

側にある映像を“ぼかす”ためにも用いました。これによってガラスを通して見える背景映像に“ゆがみ”のような効果を与えたり、より自然に見える映り込みを再現できたりするようになりました。この表現手法では、物理的に正確な光の屈折や反射を再現してはいませんが、被験者を用いての視覚心理実験を行った結果、これら表現手法でも人は十分自然な画像と認識することが分かりました⁽¹⁾。

システム概要

高リアリティ3Dキャプチャシステムは、背景を変えて物体を全周囲から自動的に撮影する全半球面撮影装置と、撮影した画像から背景を自動除去し、物体の概略寸法を求め、3次元データを構築するプログラムからなります。物体は、約100カ所から撮影し、その撮影時間に約30分かかりますが、撮影から3次元データ構築まで、ほぼ自動で行いますので、その間、ほとんど人手は掛かりません。

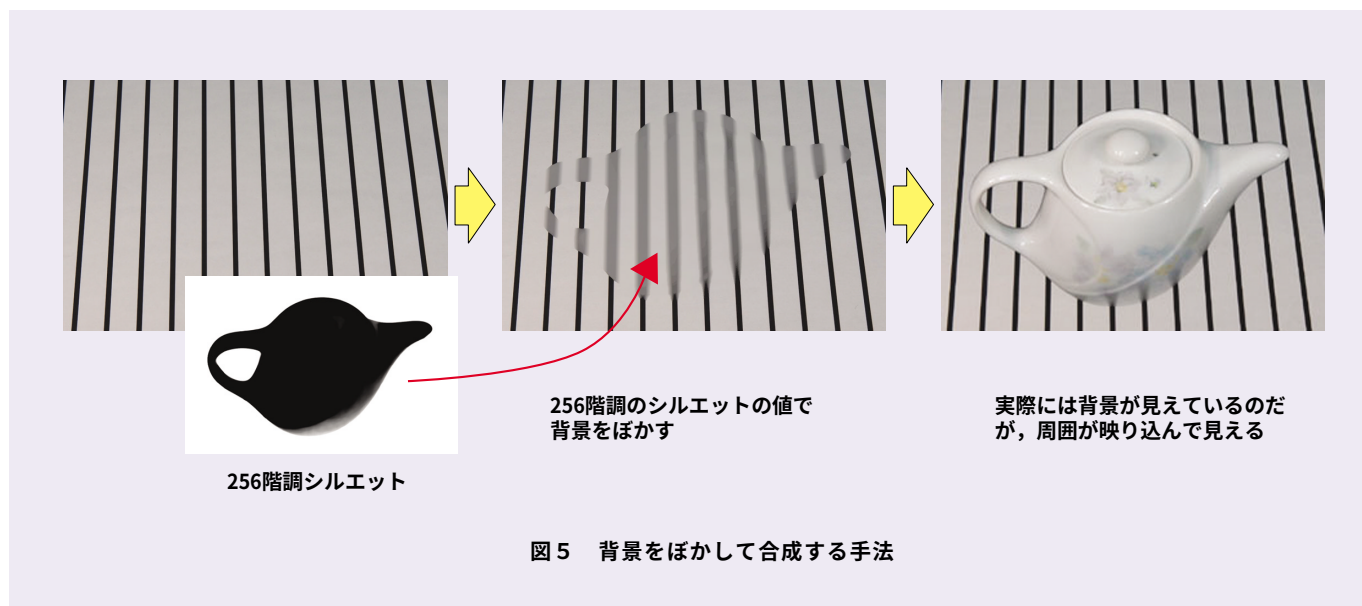
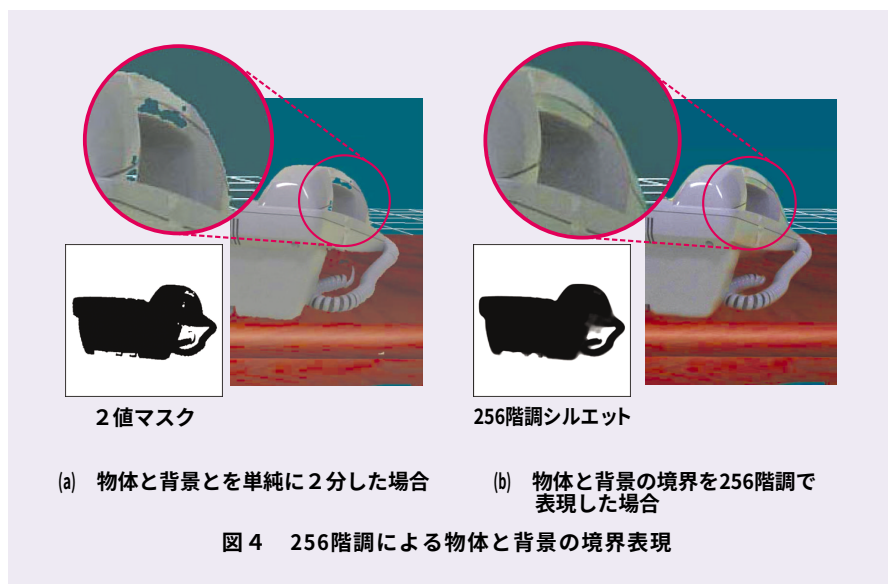
また撮影時間短縮に対する要望にこたえるため、カメラを複数台用いたシステムも開発しており、これにより、生成時間を10分以下に短縮しました。

Web用アプリケーション

コンテンツビジネスの成功の鍵は、いかに多くのユーザに見せて普及させるかにあります。Webページによる配信は、手軽で実用的な手段です。そこで、高リアリティ3Dキャプチャシステムで生成したデータを手軽にWebページで閲覧するためのソフトウェアWebReality2 PlugInを開発しました。このソフトウェアをインストールすると、Web上でクリックするだけで、自由に3次元データを見ることができます。尚、本ソフトウェア

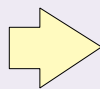
は、NTT東日本青森支店のWebページ⁽²⁾からダウンロードして試用していただくことができます。本システムを用いて生成した3Dデータが、NTT-ME青森、NTTインターコミュニケーション・センターのWebページで閲覧できます^{(3),(4)}。

またさらにWebと親和性が高いFlashと連携するためのアプリケーションも開発を進めており、Webコンテンツビジネスのソリューションとして活用できると考えています。





撮影画像

i-shot
送信

返信画像

右の黒枠のマーカを点線で切り取り、上図の写真のようにマーカが3分の1程度の大きさに写るようにカメラ付き携帯電話で撮影します。撮影画像をiモードメールでteddy@contents4u.comに送ると約1分で合成画像が届きます。

注意：NTTドコモの携帯電話のみ可能です（P504iSを除く）。
ドメイン規制をしていると返信されないので解除してください。
（黒枠の認識は大阪大学加藤助教授開発のARToolKitを用いています）

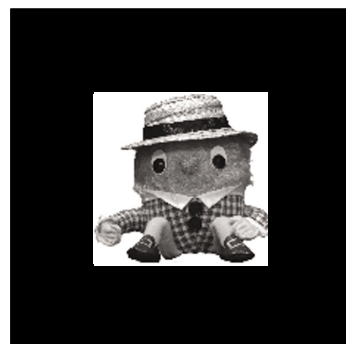


図6 PopRi（実空間に3次元CGを合成するサービス）の使い方

携帯電話用アプリケーション

携帯電話のコンテンツ市場の成長は著しく、2008年には3000億円に達すると予測され、またコンテンツも多様化が進み、3次元コンテンツを扱うプロバイダも増えてきました。

NTTマイクロシステムインテグレーション研究所では、この市場に参入するための新しいアプリケーションの研究開発を進めています。PopRi（Pop Up Reality Viewer）はその1つで、カメラ付き携帯電話を用い、黒枠のマーカ（目印）を持って撮影すると、そのマーカの位置に3次元CGを合成して表示します（図6）。

高リアリティ3Dキャプチャシステムで生成した高品質の3次元CGを用いることで、実際にはないものが、あたかもあるように見える、そのような今までにはなかった感覚を与えることができます。このアプリケーションは、アミューズメント利用だけでなく、インテリアのシミュレーションや3次元カタログなどさまざまな応用が考えられます。

またこの技術を大型PDP（Prasma Display Panel）に応用したシステムも開発しており、各種イベントで好評をいただいています。

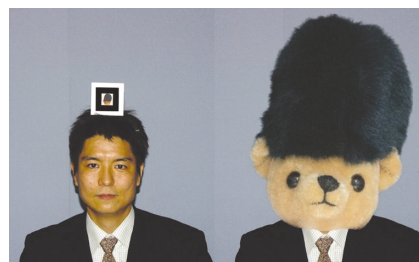
今後の展開

光沢や透明感までも再現する、写真品質の3次元CGを自動的に生成するという基本技術は確立しました。

今後は、システムの経済化や高機能、データを再生するアプリケーションの開発を進め、市場への普及を促進させたいと考えています。

参考文献

- (1) H.Matsuoka, T.Takeuchi, H.Kitazawa, and A.Onozawa: "Representation of Pseudo Inter-reflection and Transparency by Considering Characteristics of Human Vision," Proceedings of Eurographics 2002, pp.503-510, 2002.
- (2) <http://i-net.aomori.isp.ntt-east.co.jp/3dvr/>
- (3) <http://www.ntt-meamori-yume.com/>
- (4) <http://omoide.ntticc.or.jp/>



松岡 裕人

今まで高価で限られた人しか扱えなかった3次元CGコンテンツ。このようなコンテンツをだれもが手軽に安価に作成でき、自分自身の物をデジタルアーカイブとして保存や発信できる世界を目指したいと思っています。

◆問い合わせ先

NTTマイクロシステムインテグレーション研究所
ユビキタスインタフェース研究部
TEL 046-240-2250
FAX 046-240-2162
E-mail hmatsu@aeci.ntt.co.jp
URL <http://www.contents4u.com/>